

9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
11 DE 3444500 A1

51 Int. Cl. 4:  
H01B 7/28  
H 01 B 3/18  
G 02 B 6/44

21 Aktenzeichen: P 34 44 500.5  
22 Anmeldetag: 6. 12. 84  
43 Offenlegungstag: 28. 11. 85

30 Innere Priorität: 32 33 31  
24.05.84 DE 34 19 321.9

71 Anmelder:  
kabelmetal electro GmbH, 3000 Hannover, DE

72 Erfinder:  
Richter, Siegfried, 3006 Burgwedel, DE

54 Schwer entflammbares elektrisches oder optisches Kabel

Bei einem schwer entflammbaren, elektrischen oder optischen Kabel mit einer die Leitern, Adern und/oder die aus mehreren Adern bestehende Seele umgebenden Umhüllung aus isolierenden Werkstoffen besteht mindestens die außen liegende Schicht dieser Umhüllung ganz oder teilweise aus strahlenvernetztem Polyurethan.

BAD ORIGINAL

COPY

k a b e l m e t a l     e l e c t r o  
Gesellschaft mit beschränkter Haftung

84-57/EL

4. Dez. 1984

Patentansprüche

1. Elektrisches oder optisches Kabel, insbesondere mehradriges elektrisches Energiekabel, dessen Leiter, Ader und/oder aus mehreren Adern bestehende Seele von einer Umhüllung aus  
5 isolierenden Werkstoffen umgeben ist, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens die außen liegende Schicht dieser Umhüllung ganz oder teilweise aus einem strahlenvernetzten Polyurethan besteht.
2. Kabel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das  
10 Polyurethan schwer entflammbar ist.
3. Kabel nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Polyurethan ein Äthertyp ist.
4. Kabel nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Umhüllung mehrschichtig aufgebaut ist.

5. Kabel nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Umhüllung im wesentlichen aus Silikonkautschuk besteht, der von einer Schutzhülle aus dem strahlenvernetzten Polyurethan umgeben ist.
- 5 6. Kabel nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Wanddicke der Schutzhülle bei Leitungsdurchmessern bis etwa 20 mm 0,2 bis 0,8 mm, vorzugsweise 0,4 bis 0,6 mm, beträgt.
7. Kabel nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzhülle aus einem geschäumten und vernetzten Polyurethan besteht.
10. 8. Kabel nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Umhüllung einschichtig aufgebaut ist und nur der außen liegende Bereich strahlenvernetzt ist.
9. Kabel nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der außen liegende, strahlenvernetzte Bereich eine Wanddicke von 0,4 bis 0,6 mm aufweist.
- 15 10. Kabel nach Anspruch 1 oder einem der folgenden mit mehreren verseilten Adern und einem darüber aufgebrauchten Innenmantel, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenmantel aus einem Silikonkautschuk besteht, der von der Schutzhülle aus dem Polyurethan überdeckt ist.
- 20 11. Kabel nach Anspruch 1 oder einem der folgenden mit mehreren verseilten Adern und einem darüber aufgebrauchten Innenmantel, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenmantel aus einem Polyurethan, vorzugsweise aus dem strahlenvernetzten Polyurethan, besteht.
- 25 12. Kabel nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß auf die äußere Schutzhülle eine Bewehrung aufgebracht ist.

COPY

k a b e l m e t a l     e l e c t r o  
Gesellschaft mit beschränkter Haftung

84-57/EL

4. Dez. 1984

Schwer entflammbares elektrisches oder optisches Kabel

Die vorliegende Erfindung befaßt sich mit einem elektrischen oder optischen Kabel, insbesondere mit einem mehradrigen elektrischen Energiekabel, dessen Leiter, Ader und/oder aus  
5 mehreren Adern bestehende Seele von einer Umhüllung aus isolierenden Werkstoffen umgeben ist.

In zunehmendem Maße wird an elektrische oder auch optische Kabel oder Leitungen die Forderung gestellt, noch bei Hitzeeinwirkung, beispielsweise im Brandfall, zumindest über eine gewisse Zeit  
10 funktionsfähig zu bleiben. Diese Forderung gilt für Kabel und Leitungen im Kraftwerksbau, wo es darum geht, krafterzeugende Einrichtungen, Kontrolleinrichtungen oder Instrumente zu verbinden, ebenso wie für im Schiffsbau oder in der chemischen Industrie eingesetzte elektrische oder optische Kabel und Lei-  
15 tungen. Denn auch hier müssen ggf. für eine bestimmte Zeit bei Brandtemperaturen noch Schalt- oder Kontrollmessungen durchgeführt werden.

Für Kabel und Leitungen, die, wie z. B. im Bergbau, außerdem erhöhten mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt sind, etwa weil sie an oder in mobilen Geräten verwendet werden, kommt es außerdem darauf an, daß die Kabel oder Leitungen z. B. gegen Schlag und Druck weitgehend unempfindlich sind.

Bekannt sind insbesondere als sog. feuerhemmende Kabel mit Mineralien isolierte Ausführungen, deren Verwendung wegen der besonderen Ausrüstung für ihre Installation sowie durch den erheblichen Zeitaufwand bei der Herstellung von Anschlüssen bisher auf Sonderfälle beschränkt ist. Für bewegliche Anschlüsse sind diese Leitungen völlig ungeeignet. Man ist deshalb zu Beschichtungen, Isolierung oder Mantel, aus Silikonkautschuk übergegangen. Silikonkautschuk ist zwar vor allem wegen seiner Temperaturbeständigkeit ein bei höheren Temperaturen bevorzugter Isolier- und Ummantelungswerkstoff für elektrische Kabel und Leitungen, doch sind dem Einsatz dieses Werkstoffes wegen seiner verhältnismäßig geringen mechanischen Festigkeit, insbesondere Weiterreißfestigkeit und Klebfestigkeit, Grenzen gesetzt. Aus diesem Grunde hat man bereits zur Verbesserung der physikalischen Eigenschaften der Umhüllung aus Silikonkautschuk diesen Werkstoff mit einer Folie aus wärmebeständigem Material kombiniert (DE-O: 28 10 986). Eine solche Folie, insbesondere wenn sie aus Metall besteht, verschlechtert aber die Flexibilität des Kabels oder der Leitung, ganz abgesehen davon, daß die in einem Silikonkautschuk-Mantel eingebettete Folie wenig zum mechanischen Schutz der darüber befindlichen Mantelschicht beiträgt. Die beispielsweise im Bergbau gestellten Forderungen hinsichtlich Wärmebeständigkeit, Entflammbarkeit sowie Abriebfestigkeit und Beständigkeit gegenüber Ölen und Chemikalien können diese bekannten Kabel somit nicht erfüllen.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit zu finden, Kabel oder Leitungen für die Übertragung von Energie oder Signalen "brandsicher" zu machen, so daß über längere Zeit mit einem Funktionserhalt gerechnet werden kann, und gleichzeitig dafür

zu sorgen, daß diese Kabel und Leitungen im Bedarfsfall auch erhöhte mechanische Beanspruchungen auszuhalten in der Lage sind.

Gelöst wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung dadurch, daß mindestens die außen liegende Schicht dieser Umhüllung ganz oder  
5 teilweise aus einem strahlenvernetzten Polyurethan besteht. Diese Maßnahme erfüllt die gestellten Forderungen ohne weiteres. Das vernetzte Polyurethan bildet eine flammwidrige, geschlossene Hülle, die bei Flammeneinwirkung nicht abtropft und damit den darunter befindlichen weiteren Schichten im Kabelaufbau nicht  
10 die Möglichkeit gibt, in der Flamme nachzuschmelzen. Für den Brandfall bedeutet dies, daß der Brand auf den Einwirkungs-  
bereich der Zündflamme beschränkt bleibt und der Brand unmittelbar nach dem Entfernen oder Erlöschen der Zündflamme ebenfalls erlischt. Der Brand wird deshalb im Gegensatz zu den bisher be-  
15 kannten Ausführungen nicht weitergetragen.

Da die vernetzte Polyurethan-Schutzhülle, beispielsweise als äußere Mantelschicht eines elektrischen oder optischen Kabels, nicht abschmilzt und rasch wieder verlischt, ist zudem die Rauchentwicklung wesentlich geringer als bei vergleichbaren  
20 Kabeln oder Leitungen mit Silikon- oder Ethylen-Vinylacetat-Copolymer (EVA)-Isolierung ohne vernetzte Polyurethanhülle oder bei den üblichen Neopren-Schlauchleitungen.

Für die Zwecke der Erfindung sind Polyurethane unterschiedlicher Basistypen geeignet, vorausgesetzt, sie sind unter  
25 Strahleneinwirkung vernetzbar. Von den verschiedenen PUR-Typen hat sich jedoch ein sog. Äthertyp als am vorteilhaftesten erwiesen, da ein solcher Typ neben dem sonstigen für die Erfindung notwendigen Eigenschaftsbild speziell gegen Bakterienbefall resistent und hydrolysefest ist.

30 Als besonders zweckmäßig hat es sich auch erwiesen, wenn in Weiterführung des Erfindungsgedankens die Umhüllung mehrschicht aufgebaut ist. In diesem Fall braucht dann lediglich eine äußer dünne Schutzhülle aus dem strahlenvernetzten Polyurethan zu bestehen, während die Umhüllung selbst im wesentlichen aus einem  
35 anderen geeigneten Werkstoff hergestellt sein kann.

Ein hierfür besonders geeigneter Werkstoff ist beispielsweise Silikonkautschuk, der als Isolierung, Füllmantel und dergleichen für Dauertemperaturen bis 180° C geeignet ist. Dabei werden die hohen Temperaturen nicht durch die Strombelastung des Leiters, sondern als Strahlungswärme aus der Umgebung erwartet. Da Silikonkautschuk normalerweise gut brennbar ist, hat es sich in Durchführung der Erfindung als zweckmäßig erwiesen, den Kautschuk durch entsprechende übliche Zusätze schwer entflammbar zu machen. Die gleiche Maßnahme kann zusätzlich noch mit Vorteil für die Polyurethan-Hülle nach der Erfindung getroffen werden.

Die Wanddicke der Polyurethan-Schutzhülle (n) ist im wesentlichen durchmesserbedingt und abhängig vom jeweiligen Einsatzgebiet. Für wärmebeständige, schwer entflammbare, aber flexible Leitungen, die beispielsweise an oder in mobilen Geräten oder Werkzeugen im Bergbau verwendet werden, haben sich in Weiterführung der Erfindung bei Leitungsdurchmessern bis etwa 20 mm Wanddicken zwischen 0,2 und 0,8 mm, vorzugsweise zwischen 0,4 und 0,6 mm als am zweckmäßigsten erwiesen. Bei größeren Leitungsdurchmessern oder bei besonders hohen mechanischen Beanspruchungen können auch Polyurethan-Mäntel mit wesentlich größeren Wanddicken eingesetzt werden, z. B. 4 mm. In diesen Fällen reicht es jedoch aus, wenn nur die äußere Zone des Mantels z. B. in einer Dicke von 0,4 bis 0,6 mm vernetzt ist. Damit wird die gleiche Wirkung wie bei einer vollen Vernetzung der gesamten Mantelwanddicke erreicht. Eine solche Wanddicke etwa der äußeren Hülle reicht aus, den erwarteten Beanspruchungen bei der Installation, wie Ziehen des Kabels oder Leitung über scharfe Kanten, Schlag, Druck usw., ebenso standzuhalten wie den Beanspruchungen im Betrieb, wie Wärmedruck oder Scheuern durch fortwährende Erschütterungen. Sind mehrere elektrische Adern miteinander verseilt oder wird die Seele eines Kabels durch Bündel oder Lagen aus optischen Leitern oder Adern gebildet, dann wird man zweckmäßig diesen Verband zur Rundung mit einer gemeinsamen Hülle, etwa als sog. Innenmantel umgeben. In Weiterführung der Erfindung besteht dann dieser Innenmantel aus einem Silikonkautschuk, ggf. in flammwidriger Ausführung, der seinerseits von der geschlossenen Hülle aus dem vernetzten

COPY

- 5 -

Polyurethan nach der Erfindung umgeben ist, er kann aber auch aus Polyurethan, vorzugsweise einem strahlenvernetzten Polyurethan hergestellt sein.

Wie bereits ausgeführt, reicht schon eine verhältnismäßig dünne 5 vernetzte Polyurethanschicht aus, den Schutz der Seele gegen äußere mechanische Beanspruchungen sicherzustellen. Für besonders harte Umweltbedingungen kann es mitunter jedoch zweckmäßig sein, auf der äußeren Polyurethan-Schutzhülle eine Bewehrung, z. B. in Form eines Geflechts oder einer Drahtbewick- 10 lung, vorzusehen, wobei als zug- oder stoßfeste Materialien Metalle, aber auch Kunststoffe oder Kombinationen beider Materialien verwendet werden können.

Die Erfindung sei anhand der in den Fig. 1 bis 4 dargestellte Ausführungsbeispiel näher erläutert.

15 In der Fig. 1 ist eine wärmebeständige elektrische Leitung dargestellt, deren Leiter 1 aus verzinnnten Kupferdrähten hergestellt ist, der Leiternennquerschnitt beträgt z. B.  $1,5 \text{ mm}^2$ . Die Leiterisolierung 2 besteht aus einem flammwidrig eingestellten Silikonkautschuk, sie wird überdeckt von der äußeren 20 Schutzhülle 3 aus einem strahlenvernetzten Polyurethan. Diese Schutzhülle ist mechanisch besonders hoch beanspruchbar, insbesondere ist sie kerbzäh. Durch die Strahlenvernetzung wird der an sich schmelzbare Thermoplast ein unschmelzbares Elastomer, das als geschlossene Hülle auch bei Brandtemperatur nicht ab- 25 tropft und damit dem unter der Schutzhülle befindlichen Silikonkautschuk nicht die Möglichkeit gibt, an einem von der Schutzhülle befreiten Bereich nachzuschmelzen. Dadurch, daß nach dem Erfindungsgedanken auf verstärkende oder temperaturhemmende Einlagen verzichtet werden kann, sind die Kabel oder 30 Leitungen hochflexibel. Das hat z. B. auch bei fester Verlegung im Bergbau den Vorteil, daß sich solche Leitungen selbst bei beengten räumlichen Verhältnissen noch leicht verlegen lassen und zum Anschluß bewegter Teile geeignet sind. Darüber hinaus sind durch den feindrähtigen Kupferleiter 1 Leitungsschäden 35 durch Schwingungsbrüche vermieden.



Die Fig. 2 zeigt als weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung eine 4-adrige Leitung mit einem Leiternennquerschnitt von z. B.  $2,5 \text{ mm}^2$  für höchste mechanische Beanspruchung in flammfester Ausführung. Hier sind die einzelnen Leiter 4 zunächst von einer Silikonkautschuk-Isolierung 5 umgeben, diese Adern sind miteinander verseilt. Über diesem Verseilverband, der ggf. von einer offenen oder geschlossenen Haltewendel umgeben sein kann, ist der Innenmantel 6 als gemeinsame Aderumhüllung aufgebracht. Entsprechend der Erfindung besteht dieser Innenmantel 6 aus einem Silikonkautschuk, der nach außen von der Schutzhülle 7 aus einem vernetzten Polyurethan umgeben ist. Zweckmäßig sind die Adern (4/5) im Mantel 6 bewegbar angeordnet.

Die gemeinsame Aderumhüllung (Innenmantel 6) hat neben der Rundung der Seele gleichzeitig die Aufgabe einer Polsterschicht, wodurch die Widerstandsfähigkeit dieser Leitung gegenüber Schlag- und Druckbeanspruchung erhöht wird. Dem gleichen Zweck dient auch im weiteren die Maßnahme, die äußere Schutzhülle aus einem geschäumten und vernetzten Polyurethan herzustellen.

Eine mehradrige Ausführung zeigt auch die Fig. 3. Hier sind die optischen Adern 8, beispielsweise Fest- oder Hohladern, zu einem Bündel zusammengefaßt und von einer Haltewendel 9 umgeben. Darüber ist die gemeinsame Umhüllung 10 aus einem schwer entflammaren Silikonkautschuk aufgebracht, nach außen geschützt ist diese Umhüllung 10 durch die äußere Schutzhülle 11 aus einem vernetzten Polyurethan.

In den dargestellten Ausführungsbeispielen dient die vernetzte Polyurethanschicht jeweils als äußerste Hülle. Falls die Umweltbedingungen es jedoch erforderlich machen, ist es selbstverständlich auch möglich, die Schutzhülle aus vernetztem Polyurethan mit in den Leitungs- oder Kabelaufbau einzubeziehen oder dort zusätzliche Polarethan-Schutzschichten vorzusehen. So können beispielsweise die Einzelader nach der Fig. 1, aber auch eine oder mehrere der Adern in den Fig. 2 und 3 über einer Silikonkautschuk-Isolierung jeweils eine gesonderte Polyurethanschuttschicht aufweisen.

COPY

Abweichend von den in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Ausführungsbeispielen ist in der Fig. 4 eine Ausführungsform der Erfindung dargestellt, bei der das strahlenvernetzte Polyurethan nicht nur als äußere, verhältnismäßig dünnwandige Schutzhülle, sondern als 5 Außenmantel überhaupt verwendet wird.

Als Beispiel einer solchen Ausführungsform dient ein sog. Schleppkabel, deren drei Leiter 12 aus verzinnnten oder blanken Kupferdrähten oder anderen Leiterwerkstoffen von einer Isolierhülle 13 aus einem gummielastischen Werkstoff, etwa einem thermoplastischen Kautschuk (EPR) umgeben sind. Die äußere Leitschicht 14 besteht aus einem Leitgummi. Mit 15 ist ein Überwachungsleiter bezeichnet, er besteht z. B. aus auf einen Träger, etwa einen Gummi- oder Kevlarfaden, aufgesponnene verzinnnte Kupferdrähte. Umgeben ist dieser Überwachungsleiter von der Leitgummischicht 16.

Zusätzlich zum Überwachungsleiter 15 sind in der Kabelseele zwei Steuerleiter 17 angeordnet, die entsprechend dem Überwachungsleiter aufgebaut sein können und von der Isolierhülle 18 beispielsweise aus einem thermoplastischen Kautschuk umgeben sind. Zur Rundung der Kabelseele dienen der Kerneinlauf 19 sowie die Beiläufe 20, etwa aus auf einen Textilträger aufgetragenen Gummi. Die gemeinsame Aderumhüllung, etwa als Bandbe-20 wicklung, ist mit 21 bezeichnet, der sog. Innenmantel, der aus einem gummielastischen Werkstoff, ggf. auch aus Polyurethan bestehen kann, trägt die Ziffer 22. Eine Stahl-Kupfer-Litze 25 bildet das Geflecht 23, wobei die Stahldrähte auch durch hochfeste Kunststoffäden ersetzt sein können. Der Außenmantel 24 schließlich besteht im Sinne der Erfindung aus dem strahlenvernetzten Polyurethan, das schwer entflammbar ist.

BAD ORIGINAL

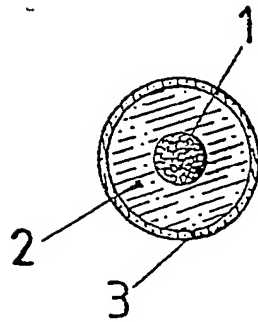


Fig. 1

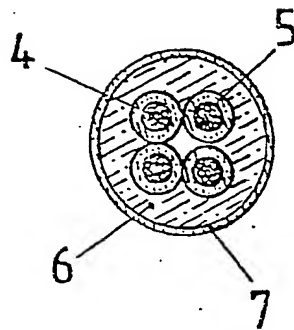


Fig. 2

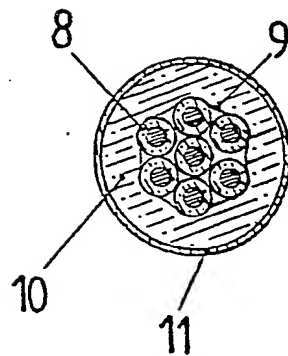


Fig. 3

COPY

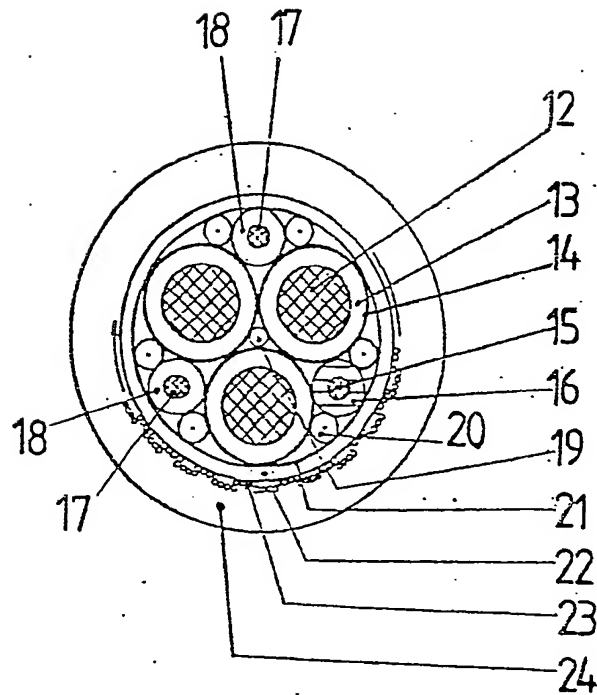


Fig.4

COPY